



**International Meeting on Land Cover/Land Use Change (LCLUC)
in South/Southeast Asia and Synthesis
Hanoi, 31 January – 2 February 2024**

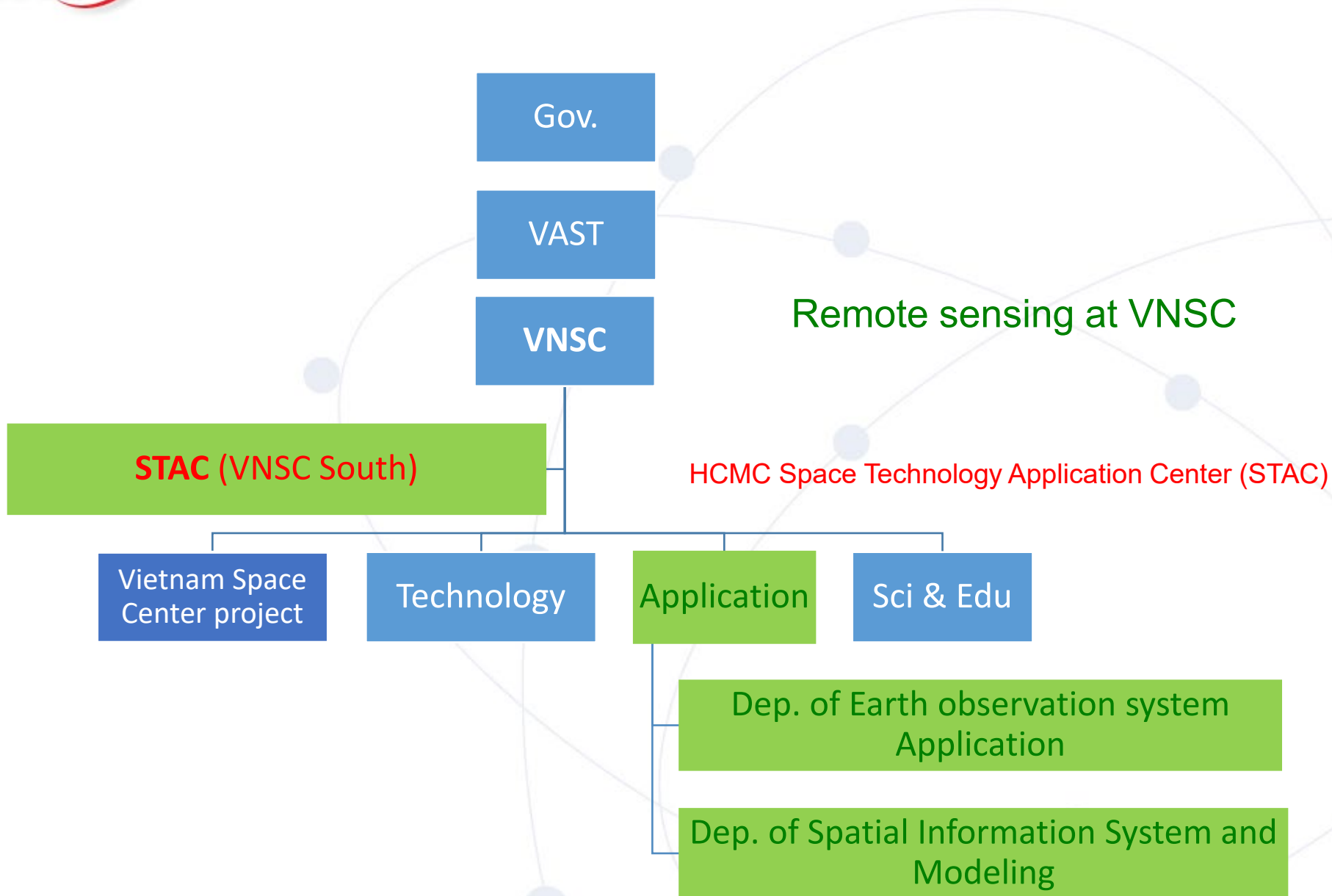
**Remote sensing applications in rice production
in the Vietnamese Mekong Delta**

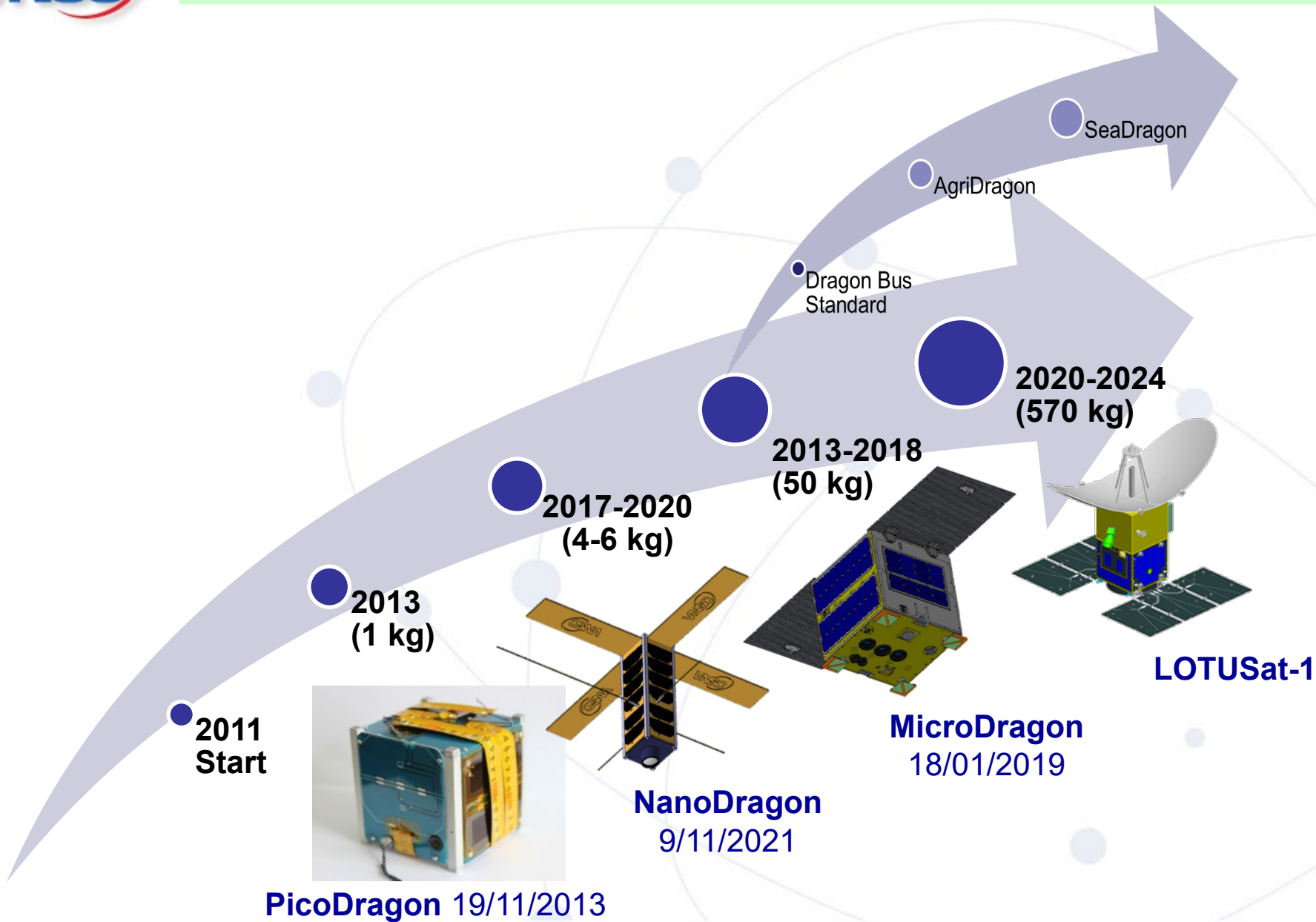
Lam Dao Nguyen, Hoang Phi Phung

Vietnam National Space Center (VNSC)

Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

1. Introduction to VNISC
2. Research results in rice monitoring
3. Ongoing research works





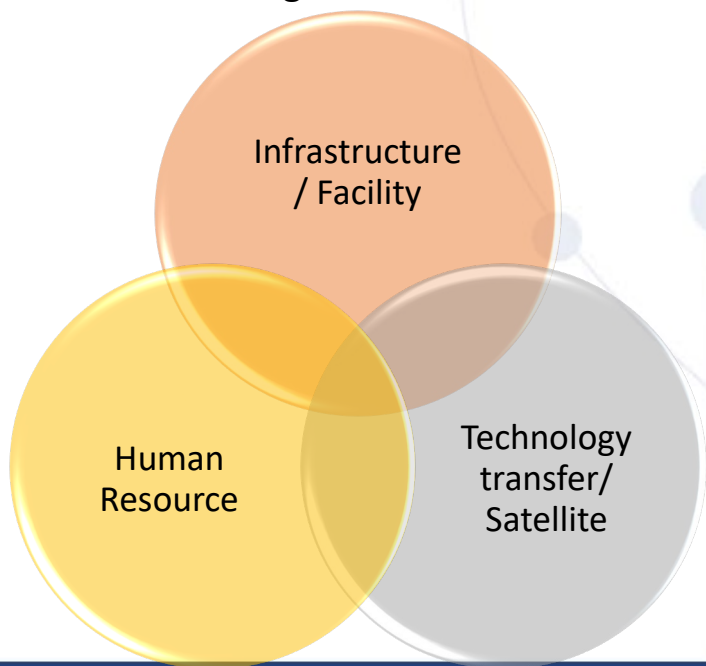
- ❖ Human resource development
 - Small satellite development
 - Remote sensing technology
- ❖ Construction of infrastructure
 - Assembling, integration & test facility of small satellite
 - Data image receiving and processing facility
 - Research and education facility
- ❖ Technology transfer
 - Small earth observation satellite
 - Satellite image data utilization



Management Center and S/C Control Center



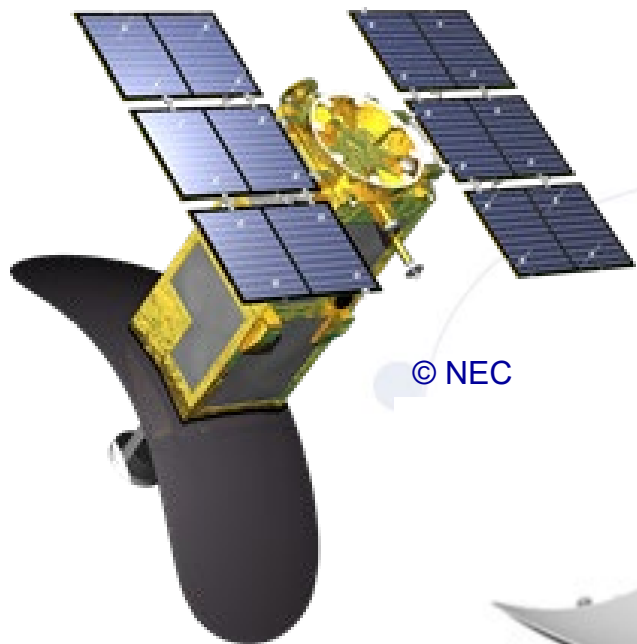
Public Education Center





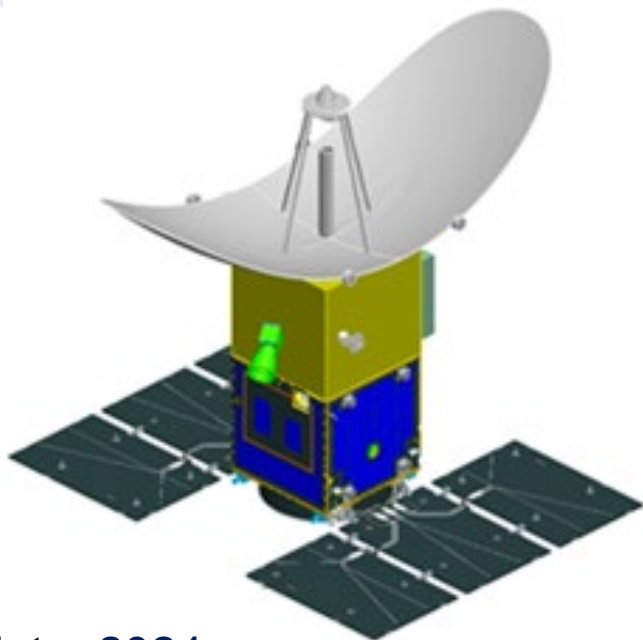
Under construction





© NEC

LOTUSat-1



Mass: ~580 kg

SSO Dawn-Dusk orbit ~ 500 km

Lifetime: > 5 years

Size: Approx. 1.5 m x 1.5 m x 3 m



ASAR image can be observed depending differences due to the growth level of crops

Tentative launch date: 2024

		LOTUSat SAR
Frequency	Frequency band	X-band
Resolution* ¹ (Swath width)	Spot light mode(swath)	Better than 1m (10km x 10 km)
	Strip map mode(swath)	Better than 2m (12km x 12km)
	Scan SAR mode(swath)	Better than 16m (50km 800km)
Other item	Antenna type	Aperture antenna (Approx. 4m x 1.5m)
	Polarization	HH or VV switchable
	Access	Left and Right side
	Off-nadir angle	15°~ 45°
	NESZ	Better than -14dB (Spot light mode)* ¹ (Capturing image in 4.4 sec.)
	Signal to Ambiguity Ratio (S/A)	More than 20dB
	Mission data downlink (Separate antenna for SAR sensor and for down link)	X-band (8180MHz) BW (300MHz) 16 QAM (832 Mbps) / QPSK (416 Mbps)

*¹ : at 35° off-nadir angle

Revisit cycle: 14 days

- State level research projects in recent years:
 - SAR applications (oil spill, forest monitoring, flood monitoring, 3D mapping)
 - Rice monitoring in the Mekong Delta and Red River Delta (VNRice)
 - Potential of solar energy
 - Environment of Ba river basin.
- Rice research projects (International collaboration):
 - RiceMan: Rice & Mangrove monitoring in Southern Vietnam (DLR)
 - SAFE/APRSAF rice project & Asia-RiCE (JAXA)
 - 2019 CEOS Chair Initiatives
 - GEO-AWS EO cloud credits programme: Monitoring rice paddy and flood in the Lower Mekong Basin.
 - GEORice (ESA, PI: Thuy Le Toan)
 - VietSCO (Space Climate Observatory, CNES, PI: Thuy Le Toan)
 - Etc.

SAR data used for rice monitoring:

Before 2013:

- ERS-2 & ENVISAT ASAR APP (25 m),
TerraSAR-X SM (3 m)

After 2013: **Asia-RiCE** Crop Estimation and Monitoring

- COSMO-SkyMed, RADARSAT-2,
ALOS-2, Sentinel-1

COSMO-SkyMed data:

- Band: **X**
- Polarisation: **HH&VV**
- Resolution: **20 m** (StripMap PINGPONG)

RADARSAT-2 data:

- Band: **C**
- Polarisation: **VV&VH**
- Resolution: **10 m** (Wide Fine)

Sentinel-1 data:

- Band: **C**
- Polarisation: **VV&VH**
- Resolution: **20 m** (IW)

ALOS-2 data:

- Band: **L**
- Polarisation: **HH&HV**
- Resolution: **50 m** (WS) & **12.5 m** (Fine)



Sowing-transplanting period



Vegetative stage



Reproductive stage



Ripening stage

Pictures of rice growing stages

Rice cropping system	Rice season
Single rice crop	Traditional rice (rain-fed)
Double rice crop	SA – AW (rain-fed)
	WS – SA (irrigated)
Triple rice crop	WS – SA - AW

Main rice-based cropping systems in the MD

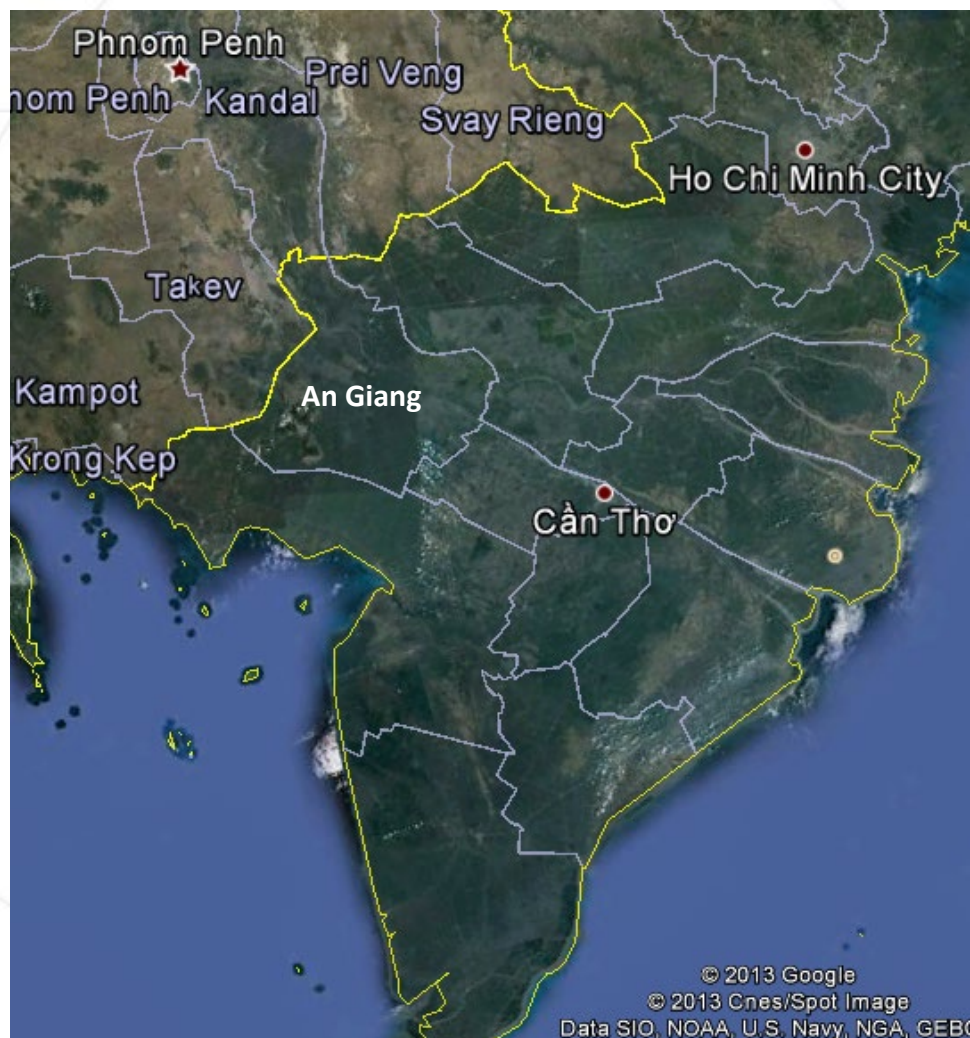
Rice crop		Planting	Harvesting
English name	Local name		
Winter Spring (WS)	Dong Xuan	Nov./Dec.	Mar./Apr.
Summer Autumn (SA)	He Thu	Apr./May	Jul./Aug.
Rainy season	Thu Dong (Autumn Winter- AW)	Jul./Sep.	Oct./Dec.
	Mua (Traditional rice)	Jul./Sep.	Nov./Jan.

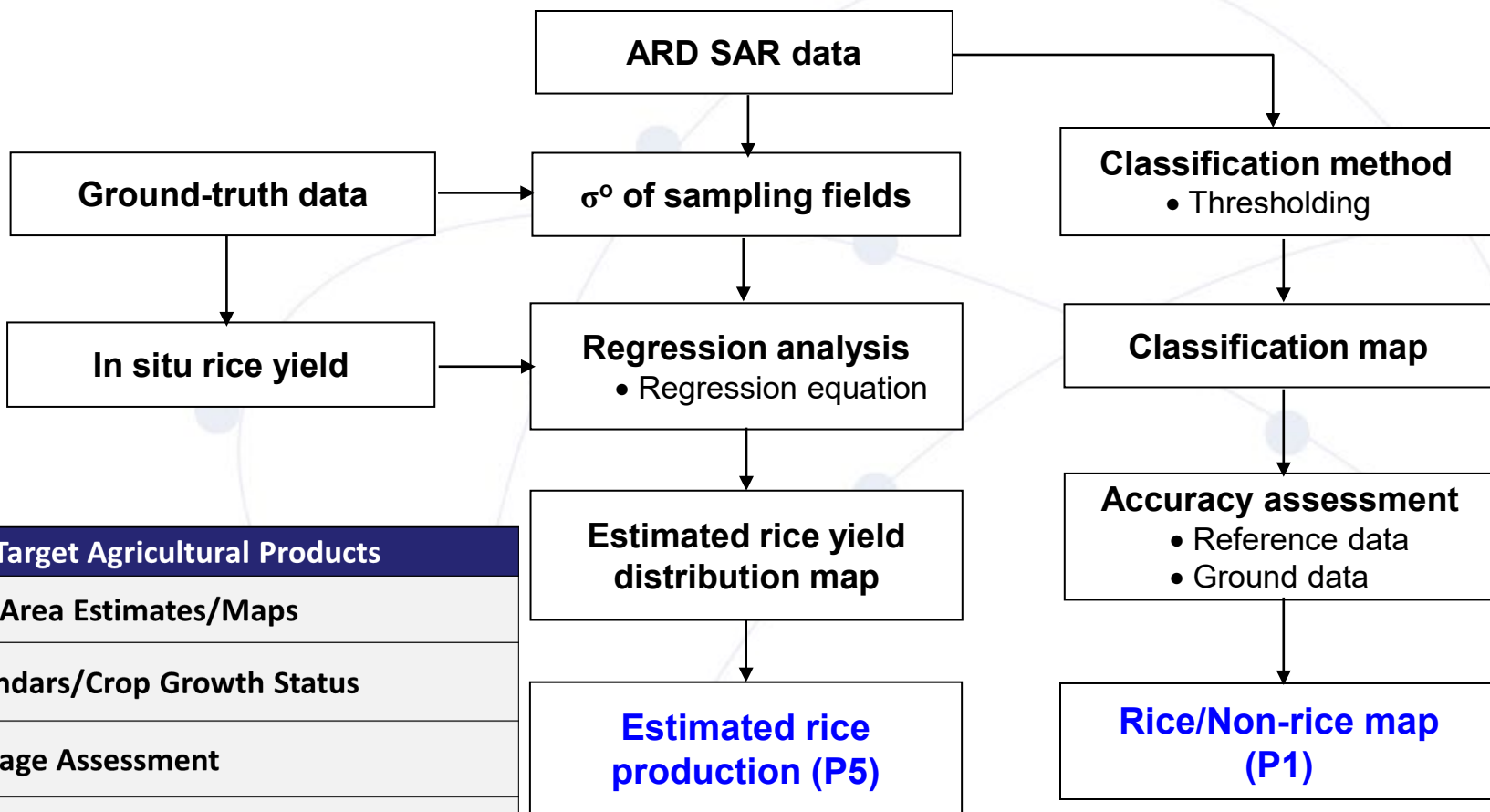
Main rice seasons in An Giang province, Mekong Delta

Objectives

To evaluate the use of remote sensing data in **rice monitoring** & **yield estimation**, towards **an operational system** for rice crop inventory in Vietnam.

Asia-RiCE Technical Demonstrator Site –
An Giang & Mekong Delta, Vietnam





ID	Target Agricultural Products
P1	Rice Crop Area Estimates/Maps
P2	Crop Calendars/Crop Growth Status
P3	Crop Damage Assessment
P4	Agro-meteorological Information Products
P5	Production Estimation and Forecasting

Asia-RiCE products

VNESC: 2019 CEOS Chair

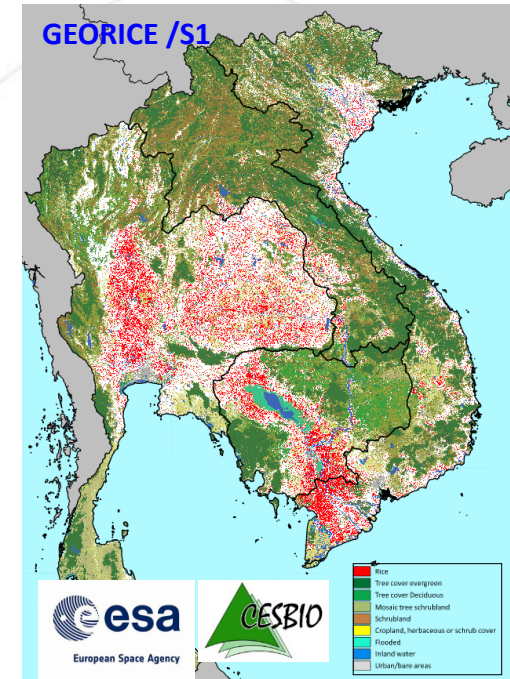
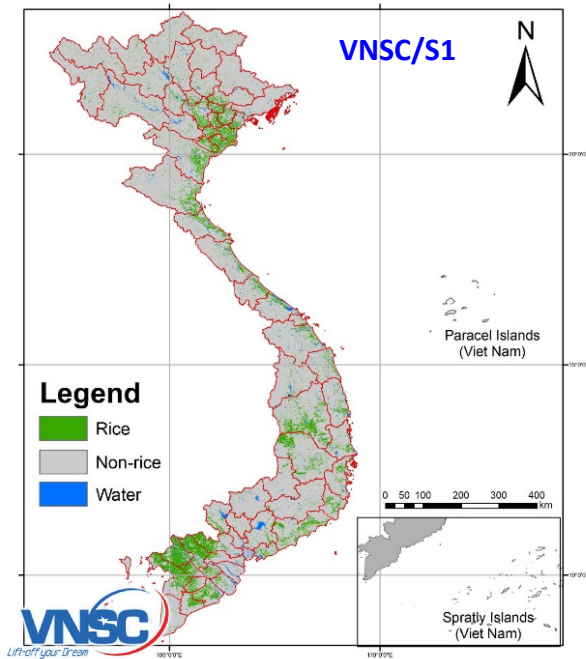
- Application Focused Initiatives for Mekong river area
 - Carbon Observations (forested regions)
 - Observations for Agriculture (rice)
- Rice monitoring initiative

Achievements:

- Rice maps (crop season product) of the Mekong area evaluated by DCP&CIS/MARD.
- Rice phenology / growth stage monthly product of the Mekong Delta, Vietnam.
- Rice crop production / yield estimation (crop season product) of provinces in the Mekong Delta, Vietnam.

Linked with VNRice, ESA GEORice, JAXA and GEOGLAM Asia-Rice.

→ **Cross comparison** among rice maps in the rainy season 2018 of Mekong region made by 3 teams: VNSC (using S1), JAXA&RESTEC (ALOS-2) and CNES CESBIO (S1) under APRSAF SAFE and other regional framework.

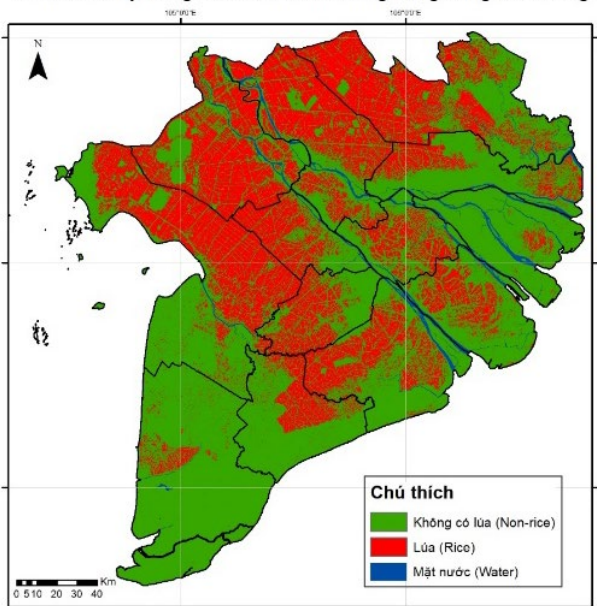


VNRice project: Applied research on optical and radar remote sensing data for rice planted area monitoring and rice yield, production estimation in the Mekong Delta and Red River Delta

- Project code: VT-UD-08/17-20, which belongs to the National program on space science and technology (2016–2020)
- Project duration: 11/2017 – 2/2021
- Project lead: VNSC/VAST
- RS data used: Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat-8

Map of WS Rice 2018

Bản đồ lúa vụ Đông Xuân 2018 của Đồng bằng sông Cửu Long

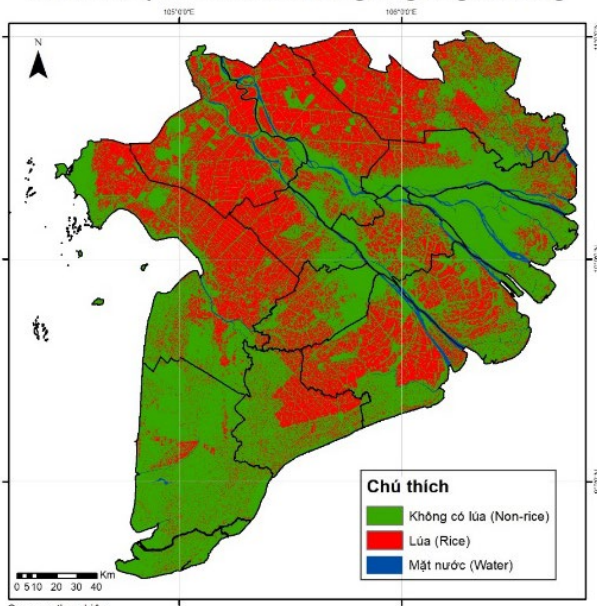


Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP.Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Overall acc.: 93%
 Kappa: 0.85

Map of SA Rice 2018

Bản đồ lúa vụ Hè Thu 2018 của Đồng bằng sông Cửu Long

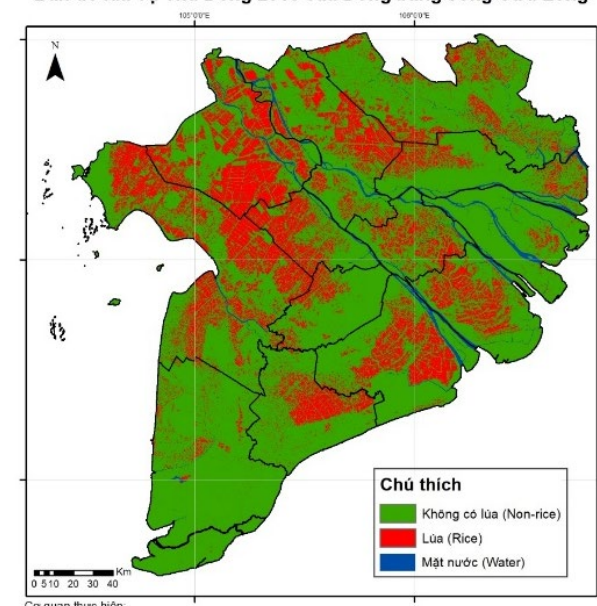


Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP.Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Overall acc.: 92%
 Kappa: 0.75

Map of AW Rice 2018

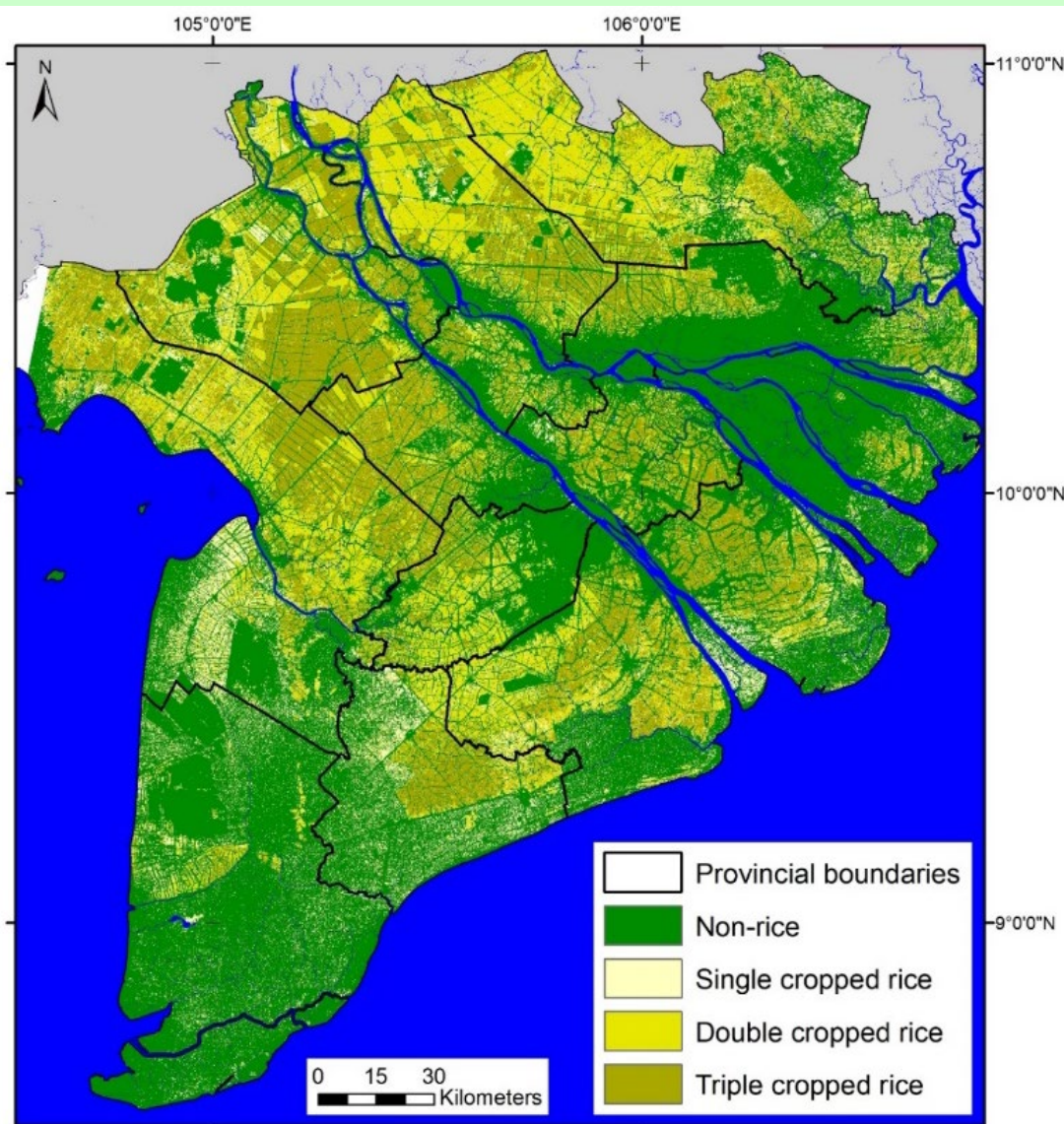
Bản đồ lúa vụ Thu Đông 2018 của Đồng bằng sông Cửu Long



Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP.Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

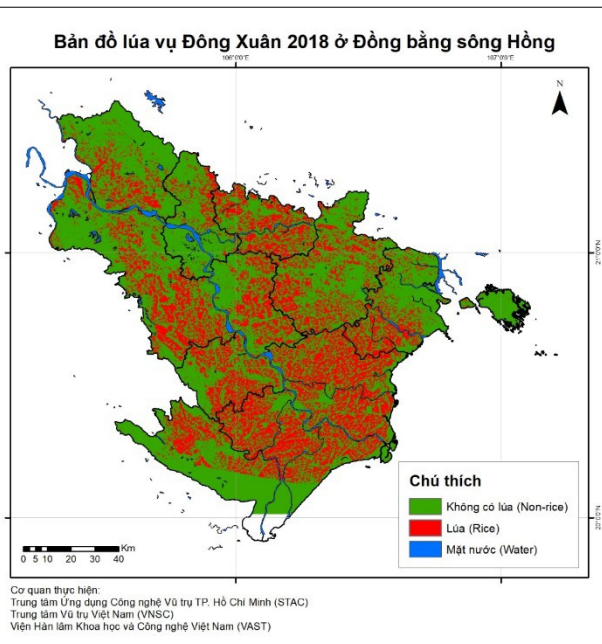
Overall acc.: 92%
 Kappa: 0.84

Rice crop maps in 2018 in the Mekong Delta, Vietnam



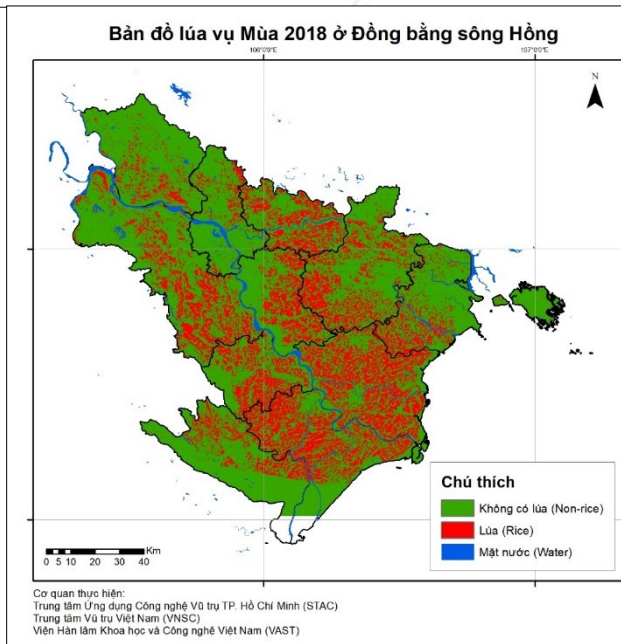
Combination of 3 rice crop maps → Rice cropping system map in the VMD

Map of WS Rice 2018



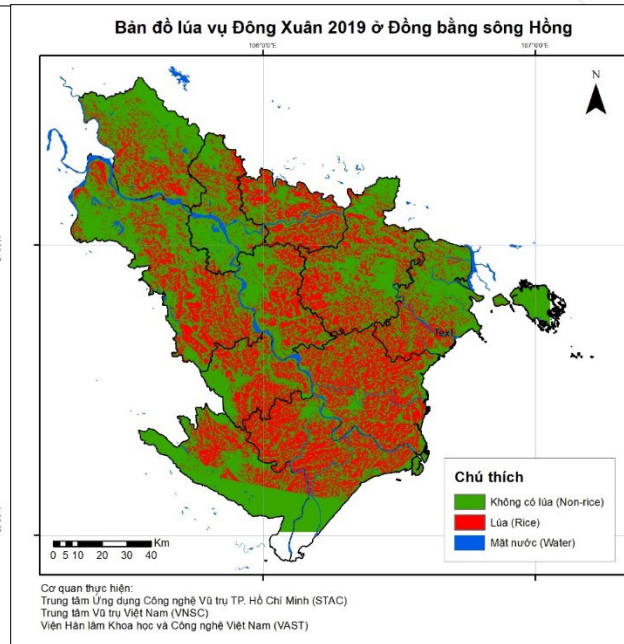
Overall acc.: 92%
 Kappa: 0.81

Map of SA Rice 2018



Overall acc.: 94%
 Kappa: 0.87

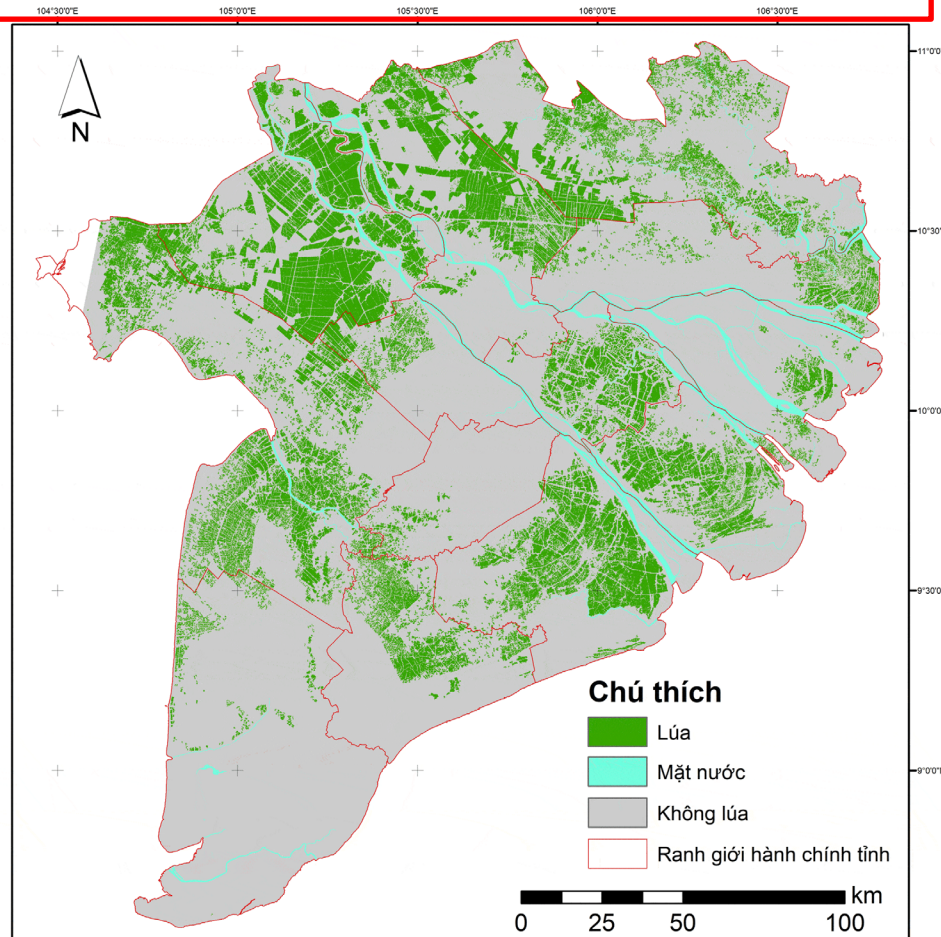
Map of WS Rice 2019



Overall acc.: 94%
 Kappa: 0.87

Rice crop maps in 2018-2019 in the Red River Delta, Vietnam

Bản đồ phân bố khu vực trồng lúa vụ Thu Đông năm 2016 vùng ĐBSCL

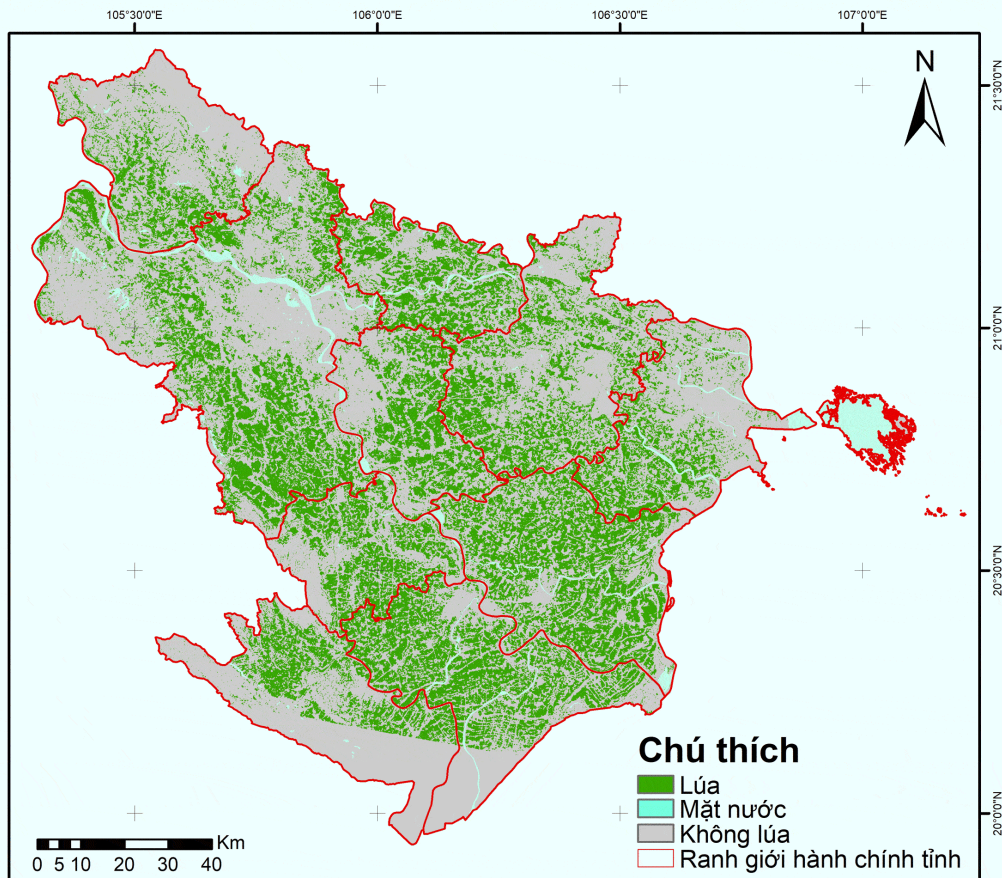


Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Maps of rice crops
 from AW 2016 to
 AW 2018 in the
 Mekong Delta,
 Vietnam

Đông Xuân: Winter-Spring
 Hè thu: Summer-Autumn
 Thu Đông: Autumn-Winter

Bản đồ phân bố khu vực trồng lúa vụ Đông Xuân năm 2017 vùng ĐBSH



Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Maps of rice crops
 from WS 2017 to
 WS 2019 in the
 Red River Delta

Đông Xuân: Spring paddy
 Mùa: Winter paddy

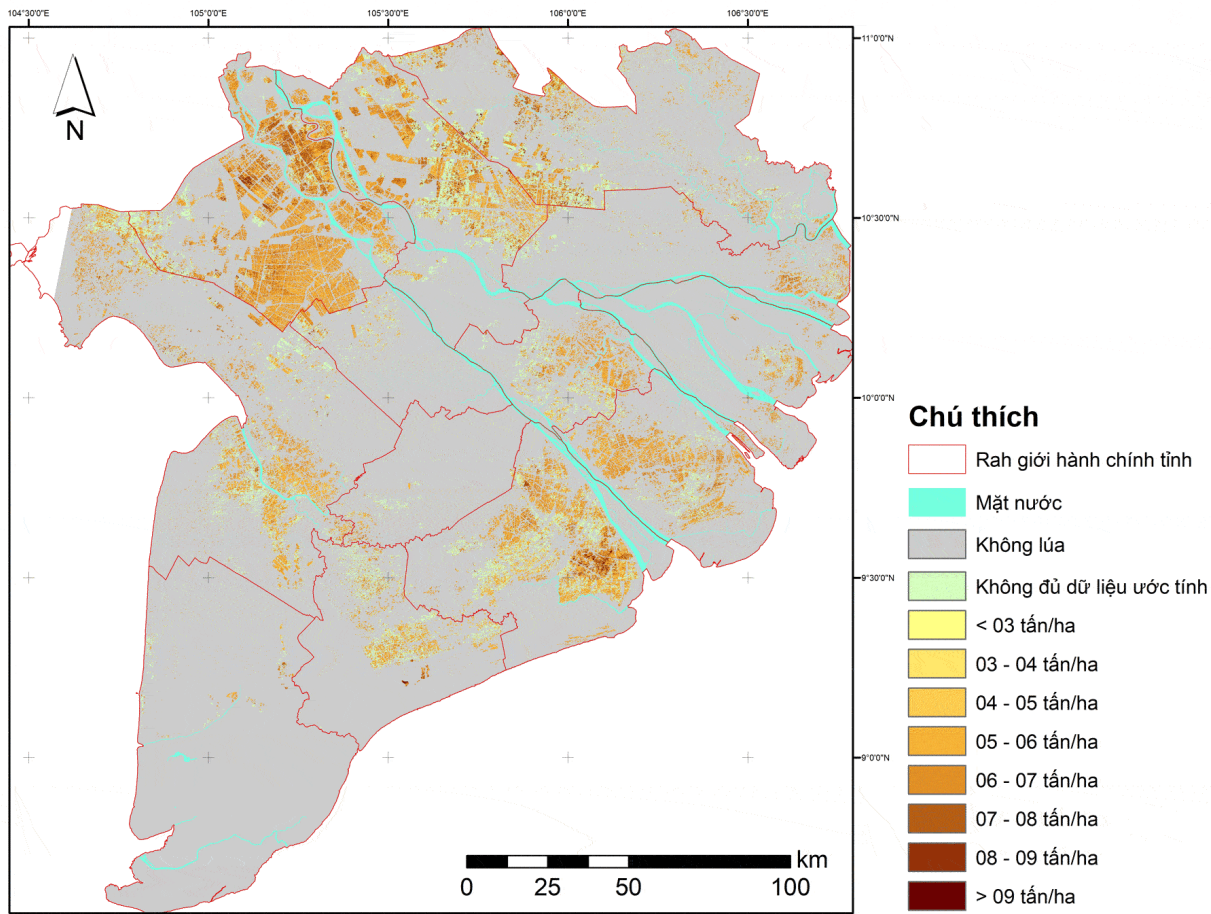
Bản đồ ước lượng năng suất lúa vụ Thu Đông 2016 khu vực ĐBSCL

Yield maps of rice crops from AW 2016 to AW 2018 in the Mekong Delta

Đông Xuân: Winter-Spring

Hè thu: Summer-Autumn

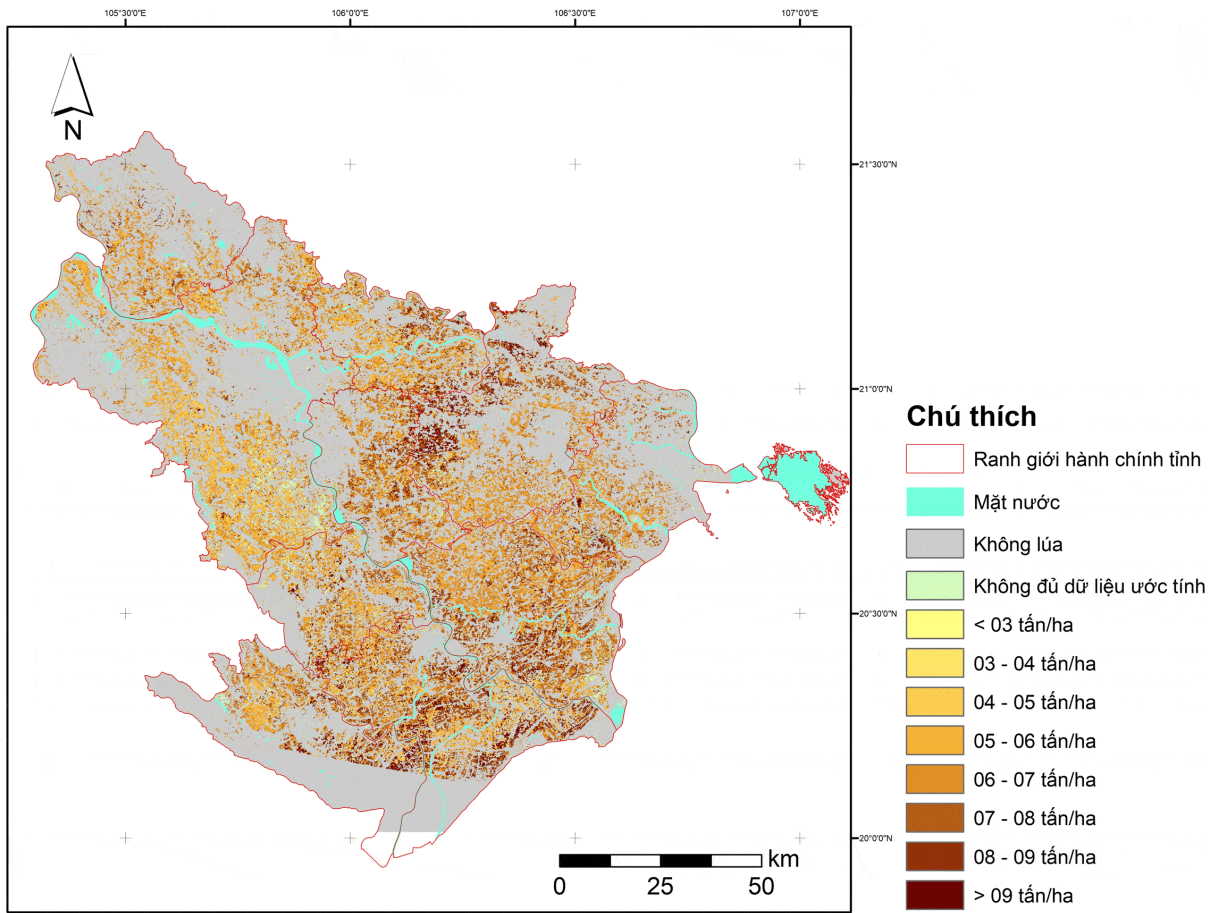
Thu Đông: Autumn-Winter



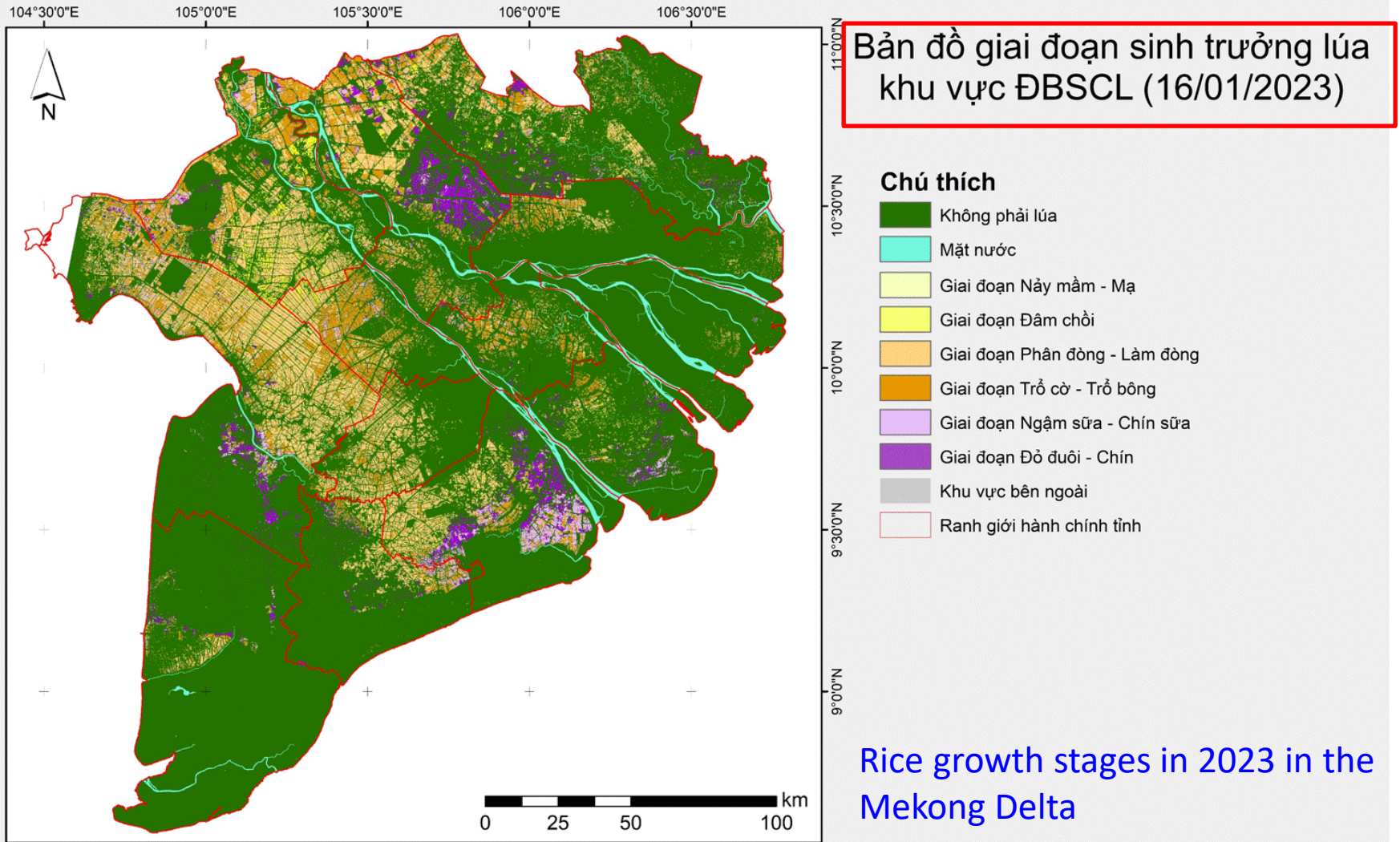
Bản đồ ước lượng năng suất lúa vụ Đông Xuân 2017 khu vực ĐBSH

Yield maps of rice crops from WS 2017 to WS 2019 in the Red River Delta

Đông Xuân: Spring paddy
Mùa: Winter paddy

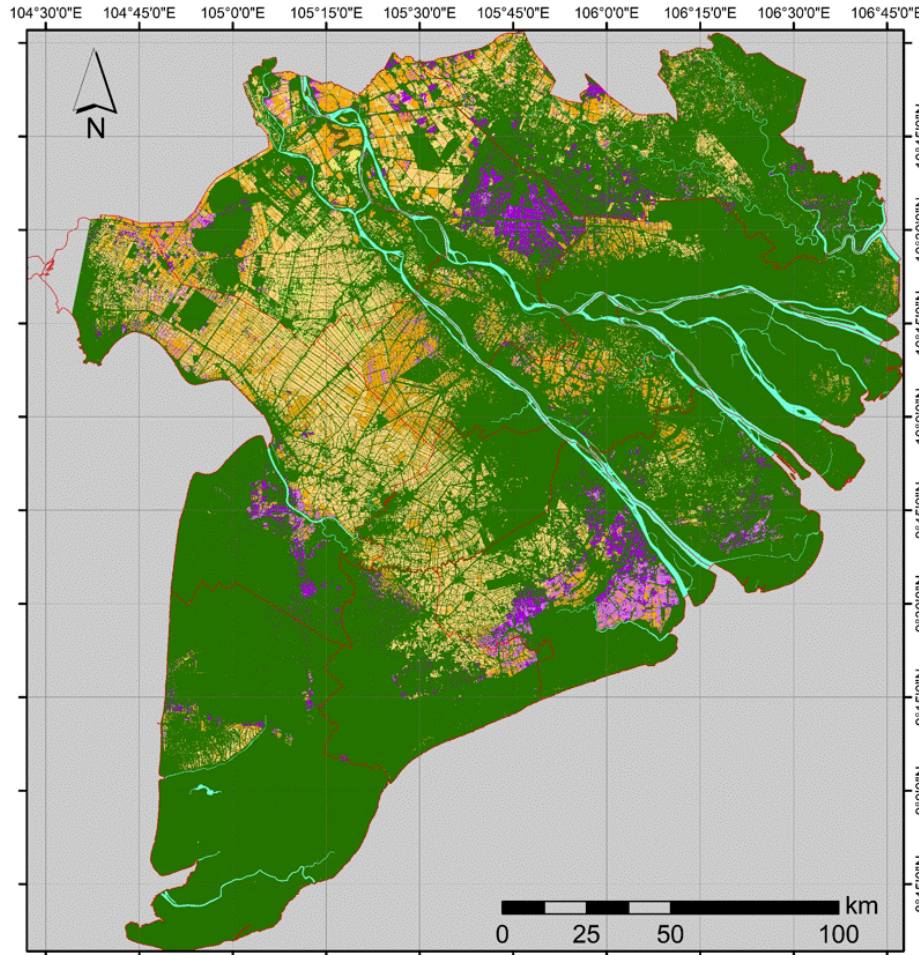


Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNSC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)



Rice growth stages in 2023 in the Mekong Delta

Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)



Bản đồ ngày sau khi sạ/cấy khu vực ĐBSCL (16/01/2023)

Chú thích

- Không lúa
- Mặt nước
- Lúa 0 - 20 ngày
- Lúa 21 - 40 ngày
- Lúa 41 - 60 ngày
- Lúa 61 - 80 ngày
- Lúa 81 - 100 ngày
- Lúa 101 - 120 ngày
- Ranh giới hành chính huyện
- Ranh giới hành chính tỉnh

The monthly products from 2019 to now have been provided to the Department of Crop Production (DCP) & Center for Informatic and Statistics (CIS) - MARD

Days after rice sowing/transplanting (rice age) in 2023 in the Mekong Delta

Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Diện tích lúa phân theo địa phương - Ngày 13/02/2021

Rice area by province in the Mekong Delta

Số liệu từ viễn thám													Đơn vị tính: ha
Diện tích lúa	0-10 ngày	10-20 ngày	20-30 ngày	30-40 ngày	40-50 ngày	50-60 ngày	60-70 ngày	70-80 ngày	80-90 ngày	90-100 ngày	100-110 ngày	110-120 ngày	Tổng
Long An	0	4,381	6,989	1,232	4,715	24,897	19,976	43,426	39,392	4,307	11,477	3,036	163,828
Tiền Giang	0	212	1,025	250	475	944	686	7,261	14,239	3,354	1,913	1,519	31,877
Bến Tre	0	4	47	5	45	579	127	1,447	1,751	50	389	43	4,489
Trà Vinh	0	487	4,887	2,354	11,065	11,193	2,665	3,385	2,974	2,310	3,515	506	45,341
Vĩnh Long	0	60	354	160	1,090	3,877	3,048	6,304	13,620	1,460	3,212	1,320	34,505
Đồng Tháp	0	4,876	7,627	2,514	5,423	8,232	5,544	24,271	38,078	6,575	14,022	5,242	122,403
An Giang	0	1,504	8,594	4,636	23,322	59,971	20,422	36,063	15,456	3,009	7,697	6,880	187,555
Kiên Giang	0	403	1,296	499	4,689	26,850	22,059	79,054	53,424	9,084	22,794	5,946	226,098
Cần Thơ	0	26	76	13	64	510	978	9,650	40,590	9,648	2,185	1,867	65,609
Hậu Giang	0	167	1,068	735	5,459	20,370	6,082	11,253	8,162	423	1,988	472	56,181
Sóc Trăng	0	2,869	10,137	5,461	14,304	18,415	2,390	4,860	18,913	8,068	10,277	3,103	98,797
Bạc Liêu	0	4,995	5,897	1,181	4,912	8,258	1,657	4,845	5,661	687	3,314	1,720	43,126
Cà Mau	0	0	18	37	1,694	7,581	1,912	3,301	2,062	416	2,176	1,059	20,255
ĐBSCL	0	19,985	48,015	19,076	77,258	191,677	87,546	235,121	254,320	49,389	84,960	32,714	1,100,062

Diện tích lúa theo tuổi lúa của các địa phương thuộc tỉnh Long An ngày 13/02/2021

Rice area by district of Long An province

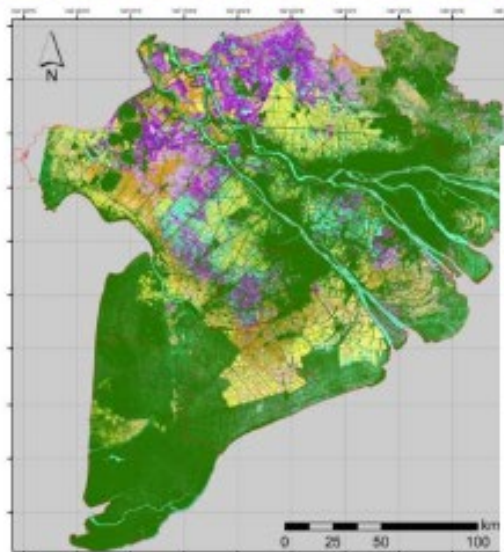
Số liệu từ viễn thám													Đơn vị: ha
Diện tích lúa	0-10 ngày	10-20 ngày	20-30 ngày	30-40 ngày	40-50 ngày	50-60 ngày	60-70 ngày	70-80 ngày	80-90 ngày	90-100 ngày	100-110 ngày	110-120 ngày	Tổng
Bến Lức	0	6	81	44	264	72	10	90	353	18	207	150	1,294
Cần Đước	0	0	64	31	123	61	4	86	965	50	641	261	2,286
Cần Giuộc	0	0	1	9	21	30	0	21	200	55	252	122	713
Châu Thành	0	0	0	1	0	0	0	9	4	0	2	0	16
Đức Hòa	0	4	358	101	1,186	1,429	306	1,778	952	92	530	11	6,747
Đức Huệ	0	58	359	104	482	1,605	728	5,727	4,413	206	589	63	14,335
Tx. Kiến Tường	0	125	299	3	79	1,070	1,814	2,857	4,070	348	530	616	11,812
Mộc Hóa	0	92	138	47	375	5,911	3,323	4,328	4,973	507	838	80	20,611
Tp. Tân An	0	4	168	79	61	2	0	19	36	0	8	3	379
Tân Hưng	0	406	191	5	87	2,081	3,658	9,629	7,227	1,300	2,940	687	28,212
Tân Thạnh	0	3,242	3,823	283	443	1,335	1,596	2,495	1,626	221	426	208	15,699
Tân Trụ	0	13	289	78	74	5	0	174	582	30	147	34	1,426
Thạnh Hóa	0	96	124	142	975	7,153	2,627	3,629	1,773	170	741	201	17,631
Thủ Thừa	0	328	1,074	292	441	2,007	1,989	4,394	1,757	208	448	70	13,007
Vĩnh Hưng	0	7	17	12	90	2,083	3,915	8,133	10,345	1,089	3,154	520	29,365
Tổng	0	4,381	6,987	1,231	4,699	24,844	19,971	43,368	39,277	4,295	11,453	3,027	163,533



BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN CỤC TRỒNG TRỌT

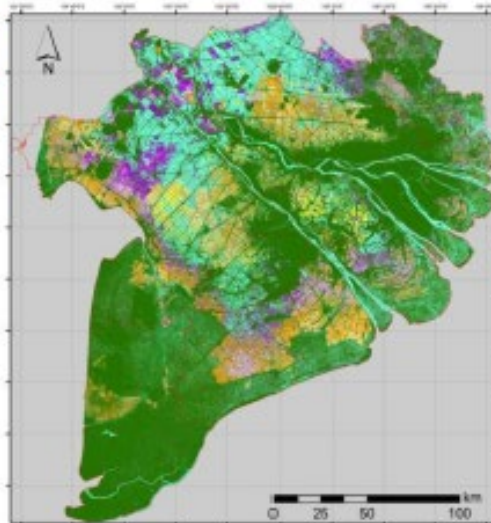


Bản đồ hiện trạng lúa Thu Đông 2019 theo tháng



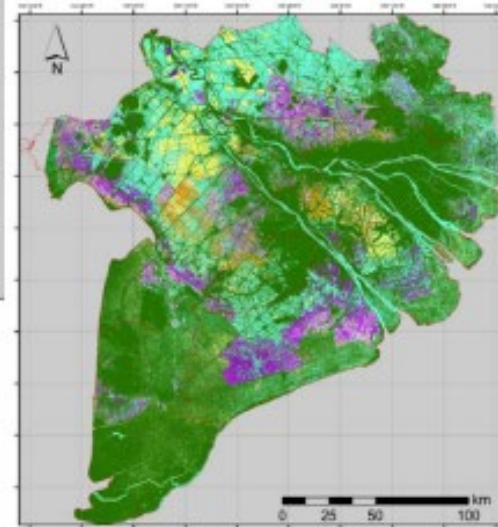
Cơ quan thực hiện:
Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNSC)
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Bản đồ hiện trạng
lúa sau khi sạ ngày
11/7/2019



Cơ quan thực hiện:
Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNSC)
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Bản đồ hiện trạng
lúa sau khi sạ ngày
12/8/2019



Cơ quan thực hiện:
Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNSC)
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Bản đồ hiện trạng
lúa sau khi sạ ngày
10/9/2019

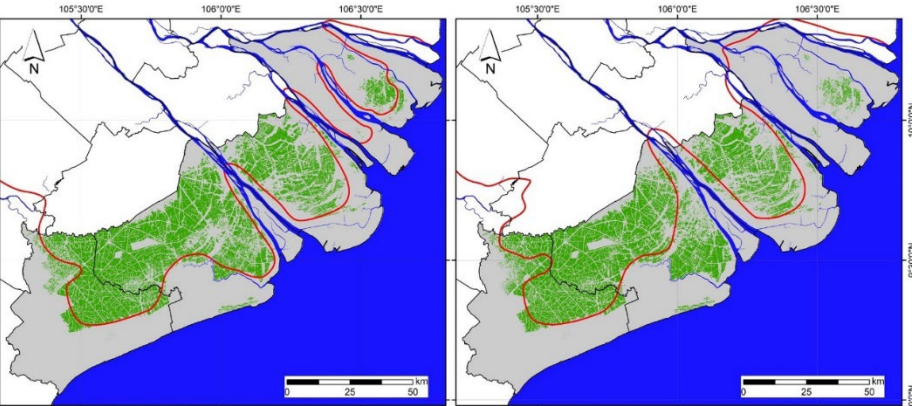
Chú thích

- Không phải lúa
- Mặt nước
- Đất lúa sau thu hoạch
- 01 - 10 ngày
- 11 - 20 ngày
- 21 - 30 ngày
- 31 - 40 ngày
- 41 - 50 ngày
- 51 - 60 ngày
- 61 - 70 ngày
- 71 - 80 ngày
- 81 - 90 ngày
- 91 - 100 ngày
- 101 - 110 ngày
- 111 - 120 ngày
- Khu vực bên ngoài
- Ranh giới hành chính tỉnh

DCP/MARD used our monthly maps in 2019
to deploy the production of rice areas
affected by drought and salinity in 2020

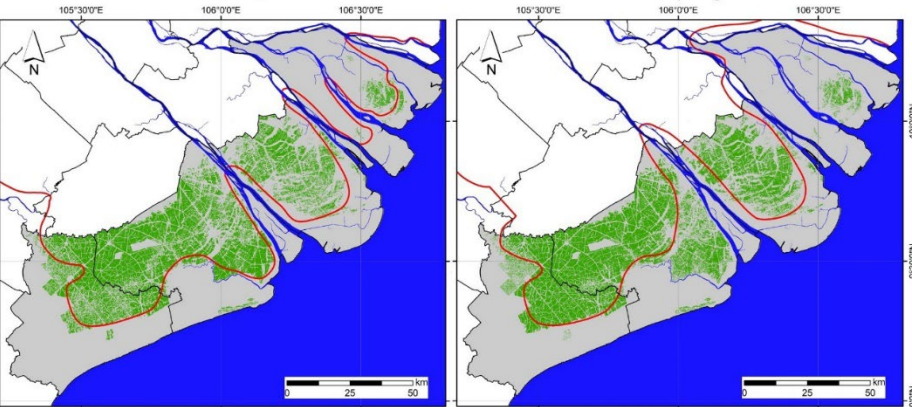


Winter-Spring rice crop 2015, 2016, 2019, 2020



a. Winter Spring 2015

b. Winter Spring 2016

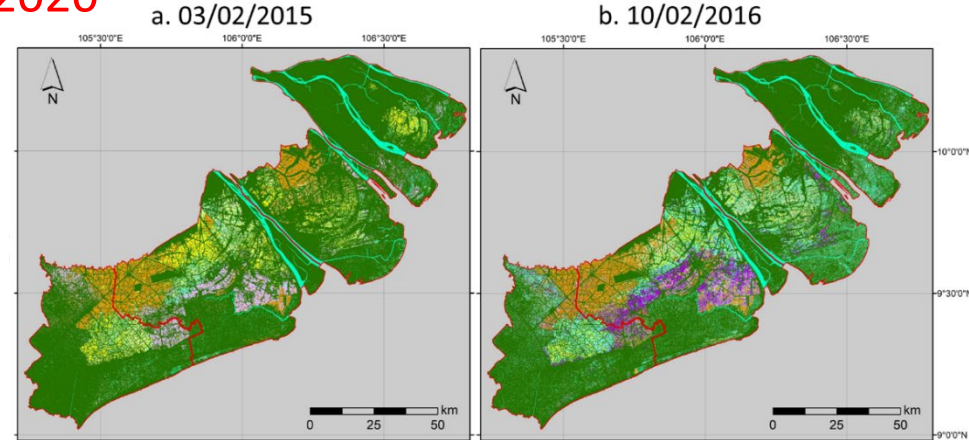


c. Winter Spring 2019

d. Winter Spring 2020

Legend

- Rice
- Water
- Land outside study areas
- Non-rice
- Provincial boundaries
- Salinity isoline (4g/l)



a. 03/02/2015

b. 10/02/2016

c. 12/02/2019

d. 13/02/2020

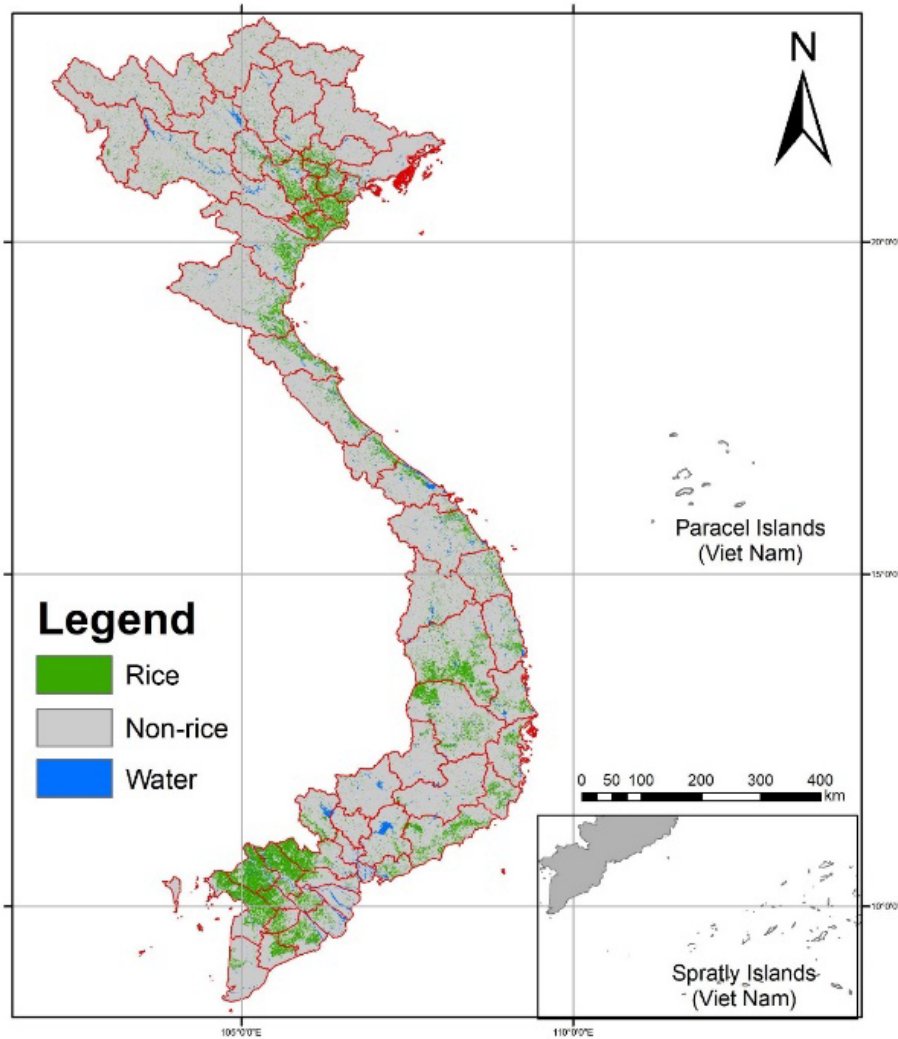
Legend

- Land outside study area
- non-rice
- water
- rice field after harvested
- seeding - transplanting
- tillering
- rebooting - panicle initiation
- booting - heading
- grain filling
- maturation

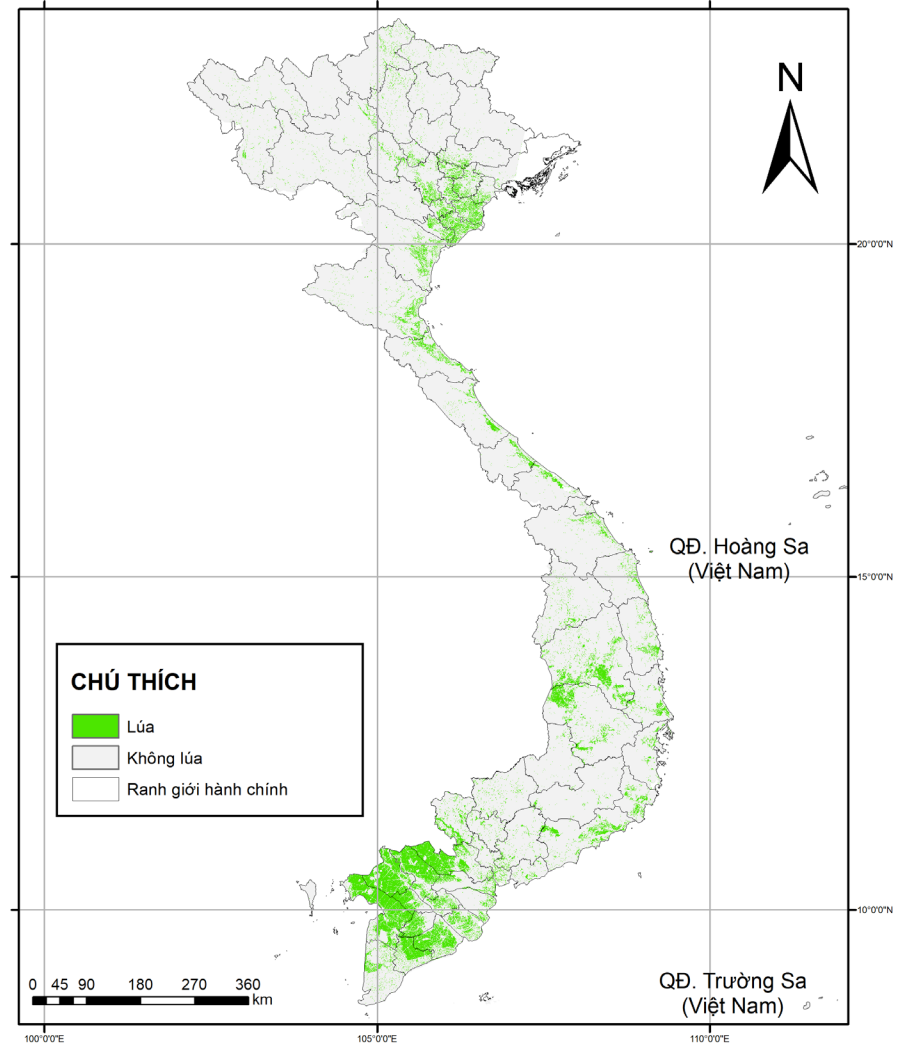
- **APRSAF SAFE** rice monitoring project (rice map comparison study for dry season in collaboration with JAXA and CNES CESBIO).
- **VietSCO**: Monitoring rice production areas affected by climate change in the Mekong Delta (CNES CESBIO, VNESC and other Vietnamese organisations).
- **CH4Rice SAFE** project: Methane emission from rice crops.
- Rice biomass mapping
- Rice straw burning
- Further works on rice monitoring will be conducted using other SAR data such as **NovaSAR-1, ASNARO-2, NISAR, LOTUSat-1**, etc.

Rice crop monitoring

SUMMER-AUTUMN RICE MAP, 2018

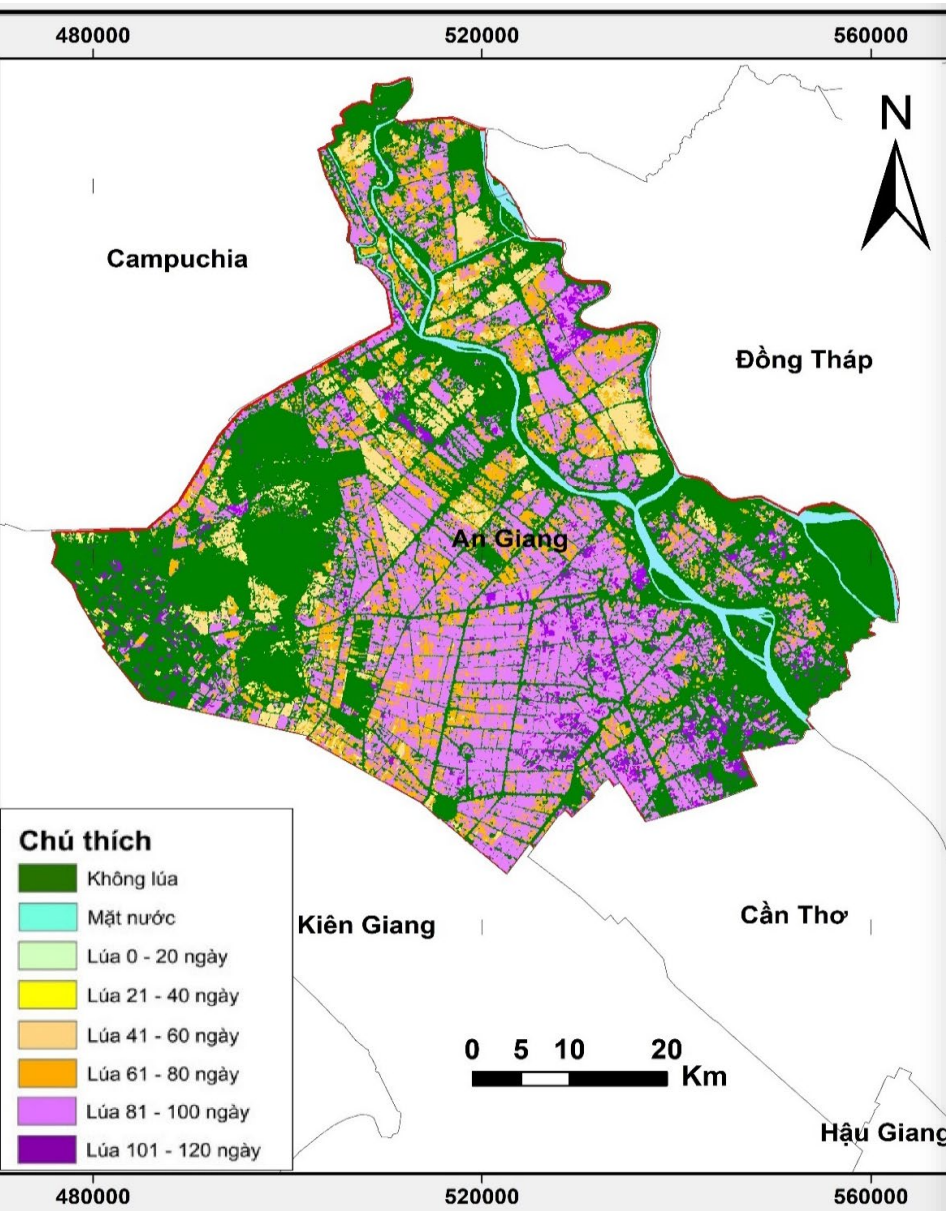


WINTER-SPRING RICE MAP, 2021

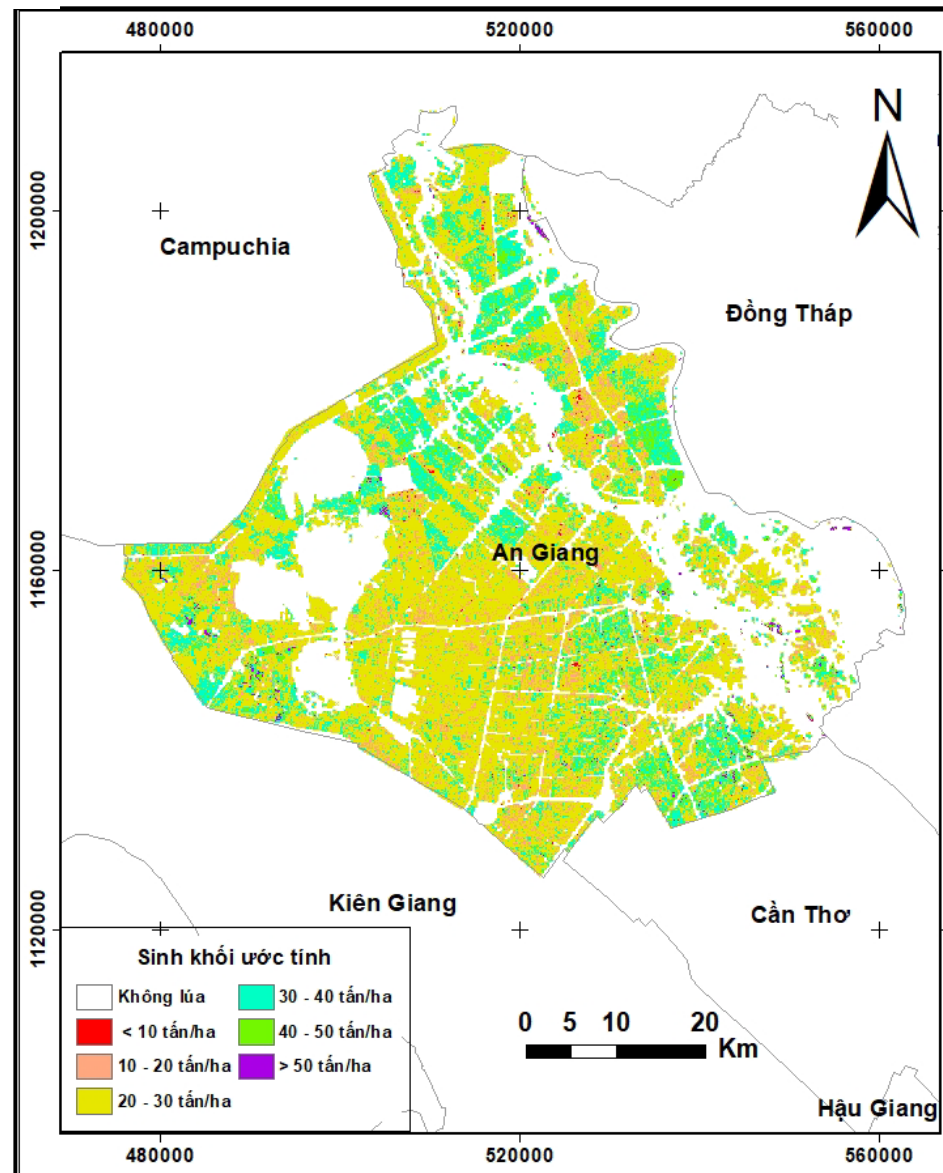


Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Days after rice sowing/transplanting on 16/7/2023



Rice biomass on 28/7/2023



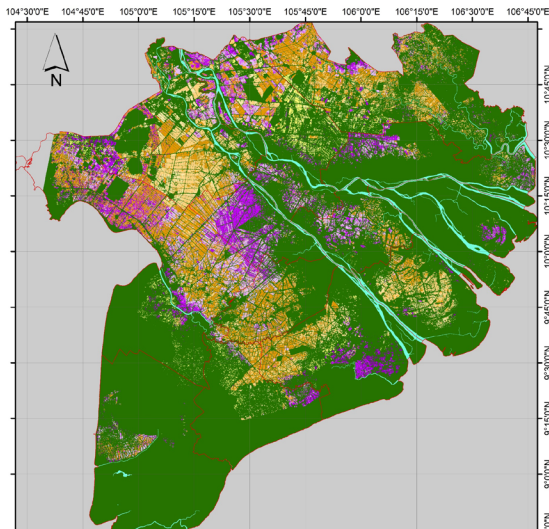
quan thực hiện:
 ng tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ Tp.Hồ Chí Minh (STAC)
 ng tâm Vũ trụ Việt Nam (VNSC)

Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ Tp.Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNSC)
 Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)



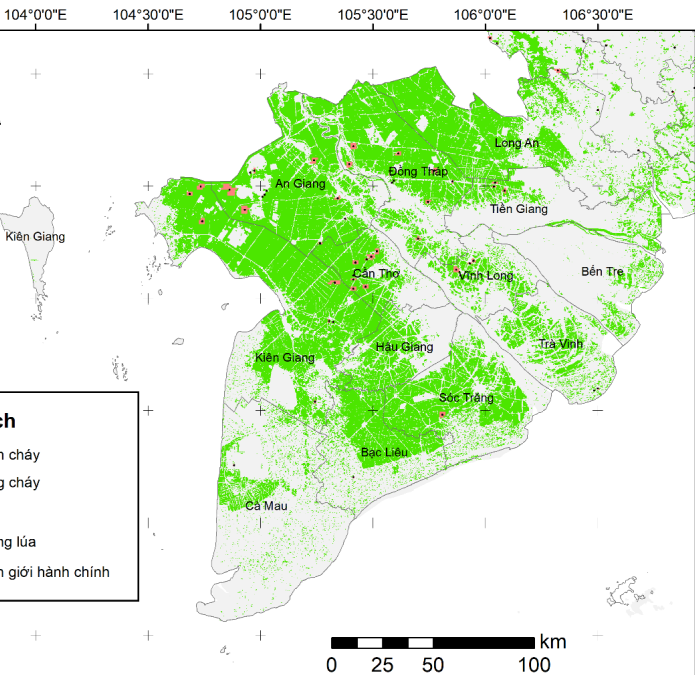
Rice straw burn

The products combined by rice/non-rice data and FIRMS data (The Fire Information for Resource Management System) of the University of Maryland

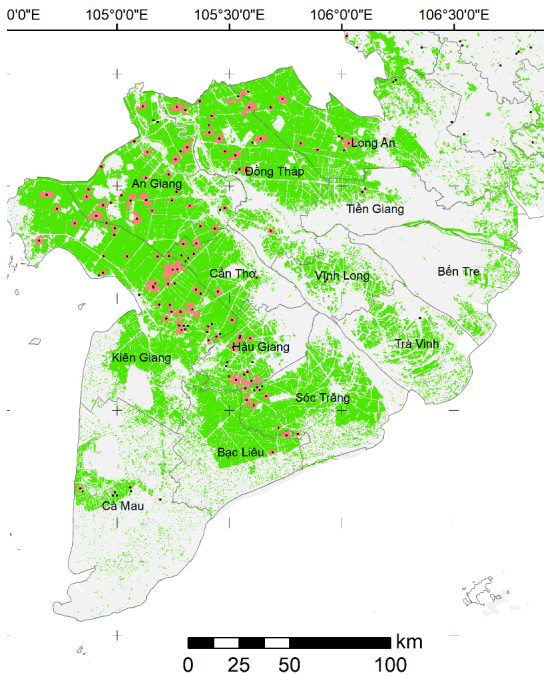


Bản đồ ngày sau khi sạ/cấy khu vực ĐBSCL (14/02/2022)

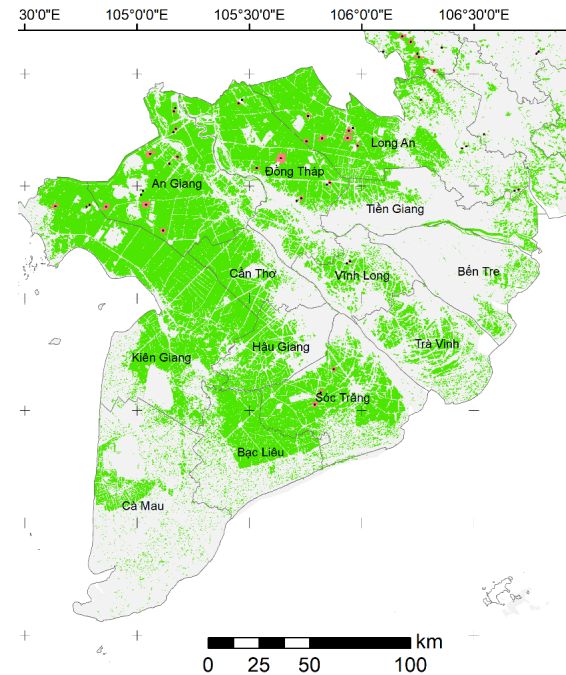
PHÂN BỐ VÙNG ĐÓT ĐỒNG ĐBSCL THÁNG 2/2022



N BỐ VÙNG ĐÓT ĐỒNG ĐBSCL THÁNG 3/2022



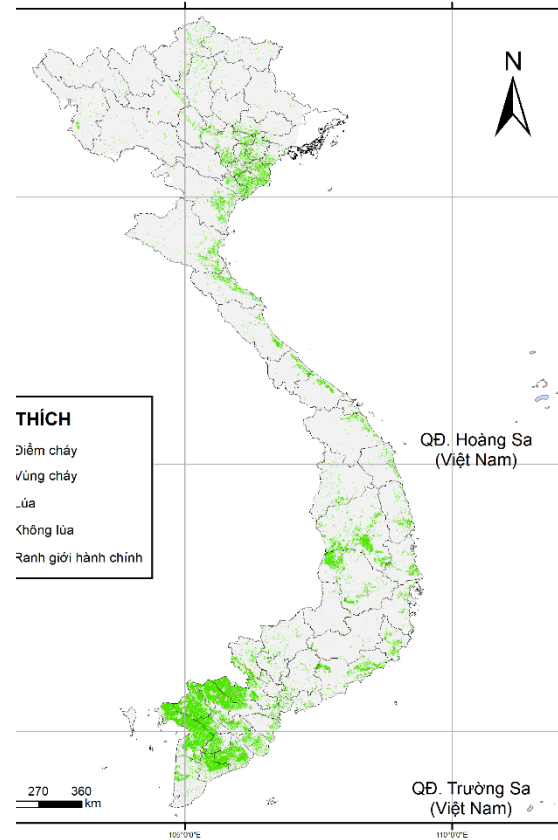
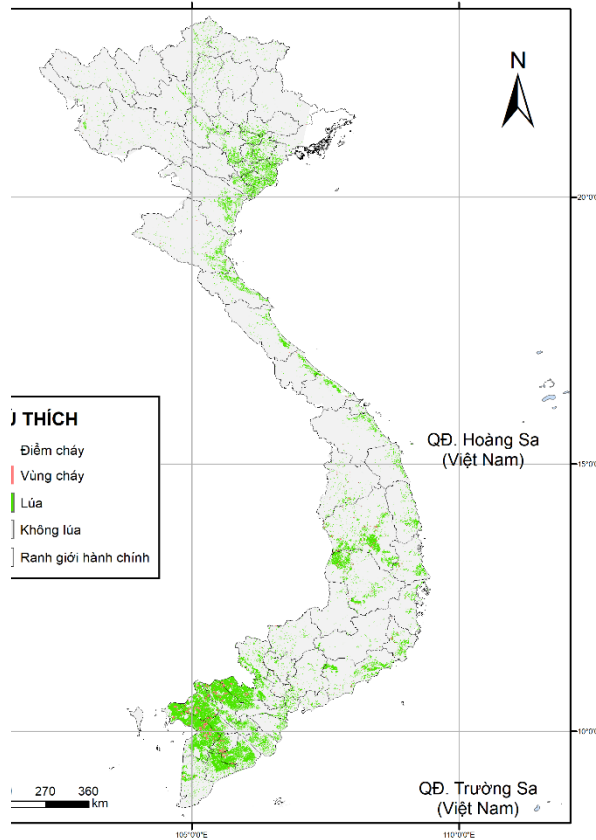
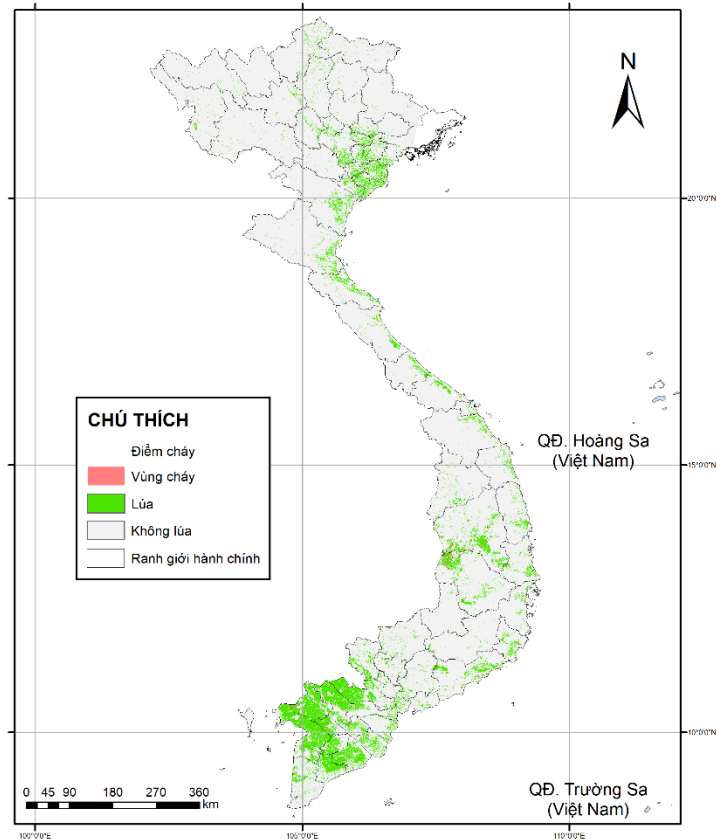
ÂN BỐ VÙNG ĐÓT ĐỒNG ĐBSCL THÁNG 4/2022



BẢN ĐỒ PHÂN BỐ VÙNG ĐÓT ĐỒNG THÁNG 2/2022

ĐỒ PHÂN BỐ VÙNG ĐÓT ĐỒNG THÁNG 3/2022

Ồ PHÂN BỐ VÙNG ĐÓT ĐỒNG THÁNG 4/2022

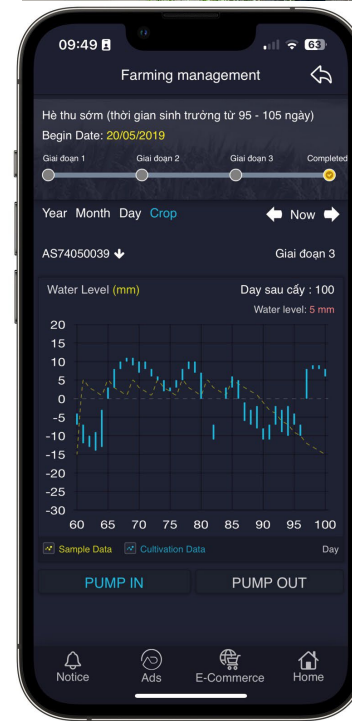
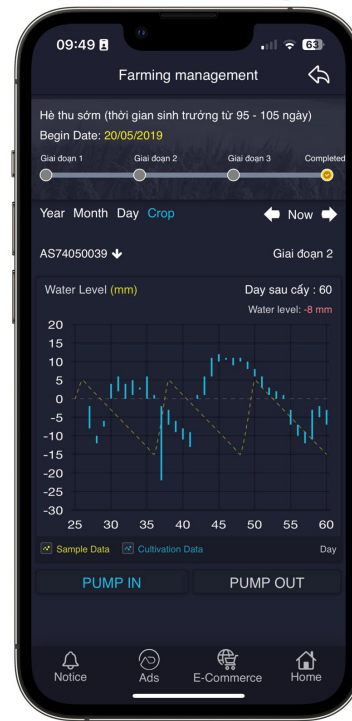
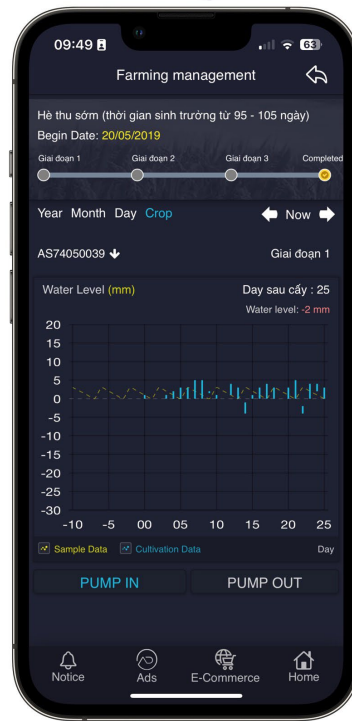


Cơ quan thực hiện:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

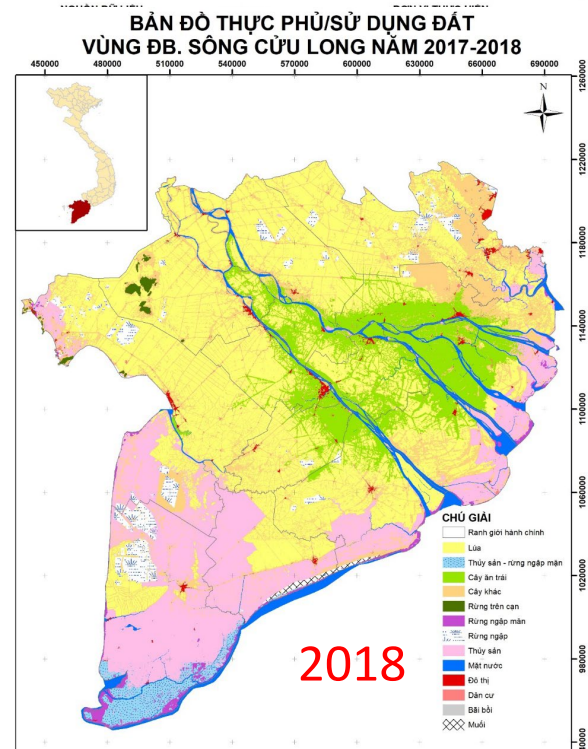
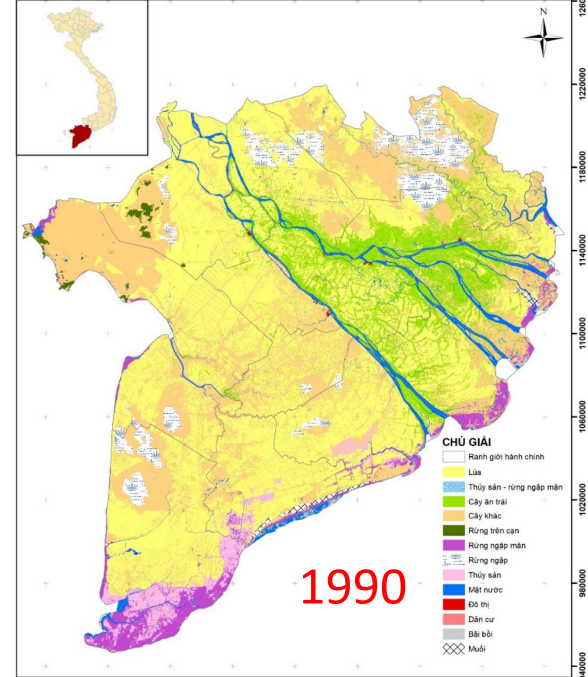
Liên hệ:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

Liên hệ:
 Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (STAC)
 Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VNESC)
 Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

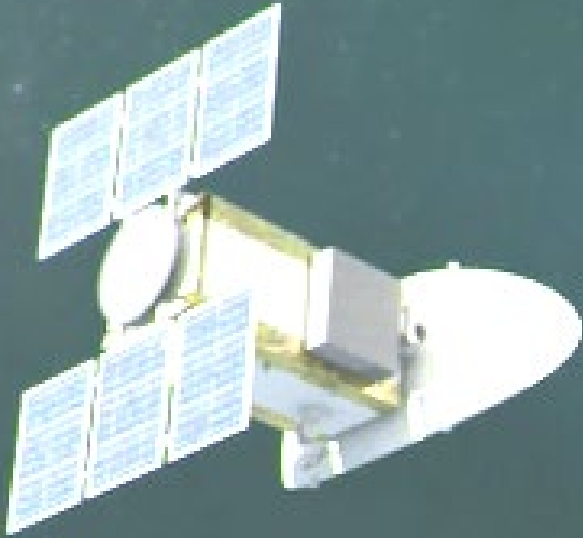
- Project team members: VNSC, CESBIO & GlobEO, An Giang Univ., Bac Lieu Univ., Univ. of Fulbrihgt VN, Rynan Technologies.
- Ground data collection supported by Rynan Technologies and CESBIO & GlobEO under VietSCO project funded by CNES.
- 30 automatic water level monitoring stations will be installed in the Mekong Delta.
- ALOS-2 data provided by JAXA.



- Rice monitoring projects have been doing at VNSC using mainly SAR data with X-band (TerraSAR-X, COSMO-SkyMed) C-band (ERS-2 & ENVISAT ASAR, RADARSAT-2, Sentinel-1) and L-band (ALOS-2).
- Further works on rice monitoring will be conducted using other SAR data such as ASAR-2, NovaSAR-1, NISAR, LOTUSat-1, etc.
- Ongoing and further research works: Rice biomass mapping, straw burning, CH4Rice, Aus4Innovation project (crop stress, pest and disease), etc.
- Challenges: Awareness, legal framework, etc.



MARD-VAST meeting on 17 Jan 2024



Thank you!

Lam Dao Nguyen

Email: ldnguyen@vnsc.org.vn

